

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1934

N°

553

THÈSE

pour

LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(Mention Médecine)

par

HIRSZ JEHUDA

né le 24 Mai 1907 à Lublin (Pologne)

Valeur Thérapeutique des Algues Marines

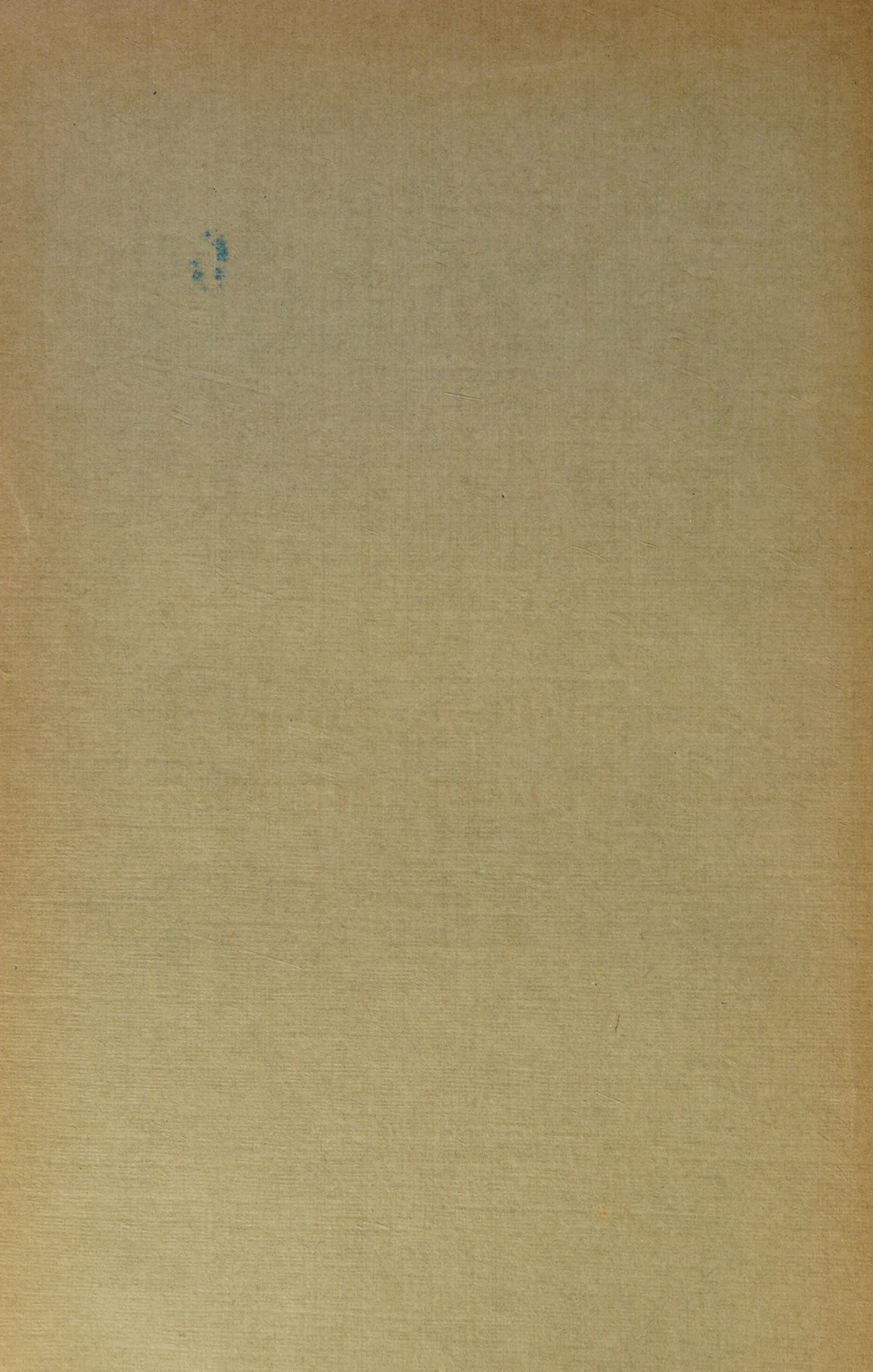
Président : M. LCEPER, Professeur

PARIS

IMP. E. PUYFOURCAT FILS & C^{ie}

12, Rue Grange-Batelière

1934



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1934

N°

THÈSE

pour

LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(Mention Médecine)

par

HIRSZ JEHUDA

né le 24 Mai 1907 à Lublin (Pologne)

**Valeur Thérapeutique
des Algues Marines**

Président : M. LCEPER, Professeur

PARIS

IMP. E. PUYFOURCAT FILS & C^{ie}

12, Rue Grange-Batelière

1934

LE DOYEN **G. ROUSSY**

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIERE
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale	PROUST.
Physiologie	BINET LÉON.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	DEBRE ROBERT
Parasitologie et histoire naturelle médicale....	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	CLERC.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie ...	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie ...	VILLARET MAURICE
Clinique médicale	ACHARD.
	BEZANÇON.
	CARNOT.
	LABBE MARCEL
	LEREBoullet.
	NOBECOURT.
Hygiène et clinique de la première enfance ...	H. CLAUDE.
Clinique maladie des enfants	GOUGEROT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	GUILLAIN.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	LEMIERRE.
Clinique des maladies du système nerveux ...	CUNEO.
Clinique des maladies infectieuses	GOSSET.
Clinique chirurgicale	GREGOTRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
Clinique gynécologique	JEANNIN.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie ...	J.-L. FAURE.
Clinique thérapeutique médicale	OMBREDANNE.
Clinique oto-rino-laryngologie	RATHERY.
Clinique thérapeutique chirurgicale	LEMAITRE.
Clinique propédeutique	DUVAL PIERRE.
Clinique de la Tuberculose	SERGENT.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte.	BERNARD LÉON.
Professeurs sans chaire	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

Neurologie et Psychiatrie	ALAJOUANINE.
Pathologie médicale	BENARD HENRI.
Pathologie médicale	BERNARD ETIENNE.
Pathologie médicale	BOULIN.
Pathologie chirurgicale	BROCO.
Histologie	BULLIARD.
Pathologie médicale	CATHALA.
Pathologie médicale	CHABROL.
Pathologie médicale	CHEVALLIER.
Physique	DOGNON.
Pathologie médicale	DONZELOT.
Urologie	FEY.
Parasitologie	GALLIARD.
Bactériologie	GASTINEL.
Pathologie chirurgicale	GATELLIER.
Pathologie chirurgicale	DE GAUDART D'ALLAINES
Physiologie	GAYET.
Histologie	GIROUD.
Pathologie médicale	HAGUENAU.
Oto-rhino-laryngologie	HALPHEN.
Pharmacologie	HAZARD.
Anatomie pathologique	HUGUENIN.
Hygiène	JOANNON.
Chimie biologique	LABBE HENRI.
Obstétrique	LACOMME.
Obstétrique	LANTUEJOUL.
Pathologie médicale	LAROCHE GUY.
Pathologie expérimentale	LEMAIRE.
Pathologie chirurgicale	LEVEUF.
Pharmacologie	M ^{lle} LEVY J.
Neurologie et Psychiatrie	LEVY-VALENSI.
Pathologie médicale	MOREAU.
Pathologie chirurgicale	MOULONGUET.
Pathologie médicale	MOUQUIN.
Anatomie pathologique	OBERLING.
Pathologie chirurgicale	PETIT-DUTAILLIS.
Médecine légale	PIEDELIEVRE.
Obstétrique	PORTES.
Pathologie chirurgicale	QUENU.
Physiologie	RICHET.
Chimie biologique	SANNIE.
Pathologie chirurgicale	SENEQUE.
Dermatologie et syphiligraphie	SEZARY.
Pathologie expérimentale	TROISIER.
Pathologie médicale	TURPIN.
Pathologie médicale	VALLERY-RADOT
	(Pasteur).
Ophthalmologie	VELTER.
Obstétrique	VIGNES.
Pathologie chirurgicale	WILMOTH.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE pour le service des examens

	MM.
Pathologie chirurgicale	ALGLAVE.
Pharmacologie	BUSQUET.
Physiologie	CHAILLEY-BERT.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Parasitologie	NEVEU-LEMAIRE.
Physique	ZIMMERN.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent

	MM.
Clinique médicale	ABRAMI.
	AUBERTIN.
	BRULE.
	CHIRAY.
	DUVOIR.
	HARVIER.
	LIAN.
Clinique obstétricale	GUENIOT.
	LE LORIER.
	LEVY-SOLAL.
	METZGER.
Clinique chirurgicale	BASSET.
	CADENAT.
	HEITZ-BOYER.
	MOCQUOT.
	MOURE.
	SCHWARTZ.

V. — CHARGÉS DE COURS

	MM.
Education physique	CHAILLEY-BERT, agrégé.
Stomatologie	FREY.
Radiologie clinique	LEDOUX-LEBARD.
Puériculture	WEIL-HALLE.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

A MA FAMILLE

A MES AMIS ET COLLÈGUES D'ÉTUDES

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

M. LE PROFESSEUR LOEPER

Professeur de Thérapeutique à la Faculté de Médecine
de Paris

Commandeur de la Légion d'Honneur.

Médecin à l'Hôpital de la Pitié,

Membre de l'Académie de Médecine,

*Qui nous a fait le grand honneur
d'accepter la présidence de cette thèse,
nous adressons l'expression de notre
respectueuse gratitude*

A MES MAITRES DANS LES HÔPITAUX DE PARIS

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

INTRODUCTION

Parmi les nombreuses richesses que renferme la mer se trouvent les algues.

Depuis les temps les plus reculés les algues de la mer ont été recherchées comme aliment par les populations côtières, soit pour leur usage personnel, soit pour leurs animaux.

Les algues marines du genre Laminaires se rencontrent en France sur les côtes de Bretagne.

Jusqu'à ces derniers temps l'exploitation industrielle des algues marines n'était guère pratiquée en France, que pour l'extraction des sels de potasse et de soude, du brome et de l'iode.

Pendant la dernière guerre l'emploi des algues marines pour l'alimentation des chevaux avait été préconisé par l'Intendant militaire Adrian pour remplacer l'avoine déficitaire.

Les algues privées de leurs substances salines se sont révélées comme un aliment de grande valeur énergétique et aussi comme un merveilleux remède de la lymphadenie chez le cheval.

Il faudrait savoir si l'algue marine est capable de guérir ou d'améliorer au moins la misère physiologique humaine.

Nous nous proposons d'étudier dans cette thèse cette dernière question.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

HISTORIQUE

De toute antiquité on a songé à tirer de la mer la panacée capable de guérir les maladies les plus diverses.

Dans un passage des Commentaires on lit que César sur la côte d'Afrique n'ayant plus d'avoine pour ses chevaux y substitua les algues marines séchées et parvint ainsi à sauver sa cavalerie.

Pline (livre 31, chap. 6) traite des vertus hygiéniques et médicales de l'eau de mer employée comme boisson et précise même les cas où son administration à l'intérieur doit être envisagée.

De toute antiquité également les médecins avec une prescience admirable ordonnaient dans la scrofule et le goitre des produits condensateurs et fixateurs des éléments marins comme des éponges calcinées. De tous ces produits le plus important et le plus actif est l'iode.

Depuis l'époque où l'iode fut découvert dans les eaux-mères des cendres de varechs, l'étude physiologique de ce métalloïde a fait l'objet d'un nombre considérable de travaux. On a vu que ce corps était infiniment répandu non seulement dans le monde inorganique, mais encore dans le monde organisé : chez les plantes et les animaux.

On connaît actuellement les troubles consécutifs à une disposition anormale ou à une diminution de l'iode dans quelques-uns des organes humains. Nos connaissances sur cette question sont surtout dues aux travaux du Professeur Gautier.

Tout dernièrement fut reprise la question de l'iode dans la tuberculose, les uns partisans comme Boudreau, H. Bernard, Bonnefoy ; les autres adversaires comme Besançon, de Jong, Christophe, l'un préconisant l'iode colloïdal, l'autre de la teinture d'iode ou de la glycérine iodée. Les conclusions furent en somme que l'iode est indiqué dans les formes lentes et contre-indiqué dans les formes aiguës surtout pulmonaires hémoptiques.

Or l'iode occupe un champ toutefois limité en phtisiothérapie. D'autre part, comment expliquer les différences d'action considérables entre l'iode et les iodures, l'iodure de potassium et les iodures alcalins ? Comment expliquer que l'huile de foie de morue avec ses faibles doses d'iode dissimulé agit là où ont échoué l'iode, les iodures et même les iodes dits organiques ? C'est qu'il y a dans la mer plus que cette seule matière extraite et si l'attention était surtout sur l'iode, c'est que d'autres n'oubliaient pas.

La récolte des algues marines se développait pour des besoins industriels.

En thérapeutique on utilisait les tiges de laminaires pour dilater le col utérin, le fucus vesiculosus en tisanes, l'alsidium helmintochorton dans la préparation d'un vermifuge vendu sous le nom de mousse de Corse.

La valeur alimentaire des algues avait été mise à profit depuis longtemps.

Les algues laminaires avaient et ont, grâce à leurs vitamines, une importance considérable dans l'alimentation des peuples d'Extrême-Orient. Les Chinois sont eux-mêmes

des grands phycophages et en consomment avec des préparations différentes sous le nom de Katen, Kombu, Aonori.

Autrefois en Normandie et en Bretagne, pendant les années de disette les habitants des côtes faisaient un choix judicieux de *Laminaria Cloustoni*, *Flexicaulis* et *Saccharina*, préparées en bouillies dans du laitage, dans de l'huile citronnée, ou enrobées de sucre.

Au cours de la guerre, en 1917, l'Intendant militaire Adrian, en présence de la pénurie d'avoine, pensa y substituer les algues marines convenablement préparées.

Six chevaux revenus du front en mauvais état et pour l'abattoir, furent mis à sa disposition et divisés en deux lots de trois chevaux.

Les chevaux des deux lots ont été assujettis à un même travail normal : trois reçurent le régime ordinaire composé d'avoine, foin et paille. Le deuxième lot reçut une certaine quantité d'algue remplaçant un poids équivalent d'avoine. Les chevaux du deuxième lot, qui, comme ceux du premier, étaient atteints de lymphangite, furent guéris de cette affection au bout de trois semaines avec un gain de 6 % de leur poids, alors que les autres étaient toujours en mauvais état.

Une seconde expérience faite avec le plus grand soin, contrôlée par le vétérinaire principal Jacoulet a porté sur quarante chevaux divisés en deux lots égaux.

Au cours des deux mois que dura cette nouvelle expérience, les chevaux nourris à l'avoine avaient augmenté de 1 kg. 850, alors que ceux du deuxième lot dans le régime desquels l'avoine avait été remplacé, poids pour poids par des algues avaient augmenté de 12 kg. 500.

En 1918, le Professeur Sauvageau reprit ces expériences. Il employa la *Laminaria Cloustoni* et *Fucus Ratus*. Ses conclusions furent que les traces d'iode contenues dans ces algues améliorent l'état général et semblent aider à l'assimilation des autres aliments.

Des expériences faites à la Sorbonne par M^m^e Chassin sur des chiens et par M^m^e Lapique sur des poules eurent des conclusions de même ordre.

Les recherches récentes ont montré que l'algue renferme un liposoluble, qui abandonne après saponification par la potasse alcoolique un résidu insaponifiable dont l'effet sur le rachitisme est superposable à celui obtenu à l'aide de l'ergostérine préalablement soumise à l'action des rayons de la lampe à vapeur de mercure.

Caractères généraux et Classification des Algues

La classe des algues comprend des Thallophytes vivant généralement dans l'eau. Elles renferment dans leurs cellules une matière colorante verte : la chlorophylle. Ce pigment existe dans toutes les algues.

Cependant, si beaucoup d'entre elles sont vertes, d'autres sont brunes ou rouges ce qui pourrait faire supposer, au premier abord, qu'elles en sont dépourvues. Elles n'en renferment pas moins ce pigment, mais il est masqué par une autre substance colorante, brune ou rouge suivant le groupe d'algues que l'on étudie.

Le thalle des algues peut présenter tous les degrés de complication : sa structure est parfois continue, fréquemment, au contraire, elle est cloisonnée.

Les algues comme les végétaux terrestres disposent pour leur développement de tous les éléments minéraux nécessaires sous la forme de solutions concentrées ou diluées les plus propres à l'assimilation.

Comme eux, en décomposant l'acide carbonique pour en fixer le carbone elles libèrent l'oxygène qui assure la constance des gaz dissous formant leur atmosphère.

Quelle est la composition chimique des algues dans de tels milieux ?

Nous choisirons une algue : *Laminaria Flexicaulis* :

COMPOSITION CHIMIQUE POUR 100

(D'après V. Vincent : *Les Algues marines.*)

	Plante fraîche	Plante séchée
	(en gr.)	(en gr.)
Eau	73,07	»
Matière sèche.....	26,32	100
Matière organique.....	21,95	81,70
Cendres totales.....	4,96	18,40
Cendres insolubles dans l'eau.....	1,10	4,08
Azote	0,29	1,07
Acide phosphorique.....	0,10	0,41
Acide sulfurique	0,56	2,08
Chaux	0,27	1,02
Magnésie	0,28	1,04
Chlorures alcalins totaux.....	3,36	1,25
Chlorure de potassium dont.....	1,79	6,67
Potasse	1,12	4,17
Chlorure de sodium dont.....	1,57	5,85
Soude	0,83	3,08
Oxyde de fer et d'alumine.....	0,15	0,55

Les proportions d'iode peuvent osciller entre 0 gr. 700 et 1 gr. 700.

Les Algues se répartissent pratiquement entre quatre grandes catégories principales : les Varechs, les Lichens, les Fucus et les Laminaires.

LES VARECHS

Les varechs se présentent en longs rubans étroits minces et très souples. Ils sont employés surtout comme matériaux d'emballage et de literie. Ils ne contiennent guère, comme matière intéressante que de la cellulose et il n'y a pas lieu de les envisager pour l'alimentation.

LICHENS

La famille à laquelle appartiennent les lichens s'appelle aussi famille des algues rouges par opposition à la famille des algues brunes dont font partie les laminaires et les fucus. Les lichens contiennent des doses plus ou moins fortes de gélose d'où leur nom d'algues à gélose. Les plus intéressants sont : lichen carragahen et gelidium corneum.

Lichen corragahen ou chondrus crispus se trouve sur les côtes bretonnes, sur la côte ouest du Cotentin, à la pointe du Finistère, à l'Aber Wrach, au Conquet et tout autour de l'île de la Vierge.

Le Finistère en fournit autant à lui tout seul que tous les autres départements bretons ou normands réunis.

Gelidium se rencontre dans la région de Roscoff et y fait à marée basse comme une bande rose autour des rochers. Gelidium fournit de l'agar-agar.

C'est d'ailleurs gelidium corneum, particulièrement abondant sur les côtes japonaises et d'autres lichens similaires de Java et de Ceylan qui sont utilisés pour la fabrication industrielle de l'agar-agar. L'Agar-agar et la gélose sont des excipients sans valeur alimentaire propre, employés en pharmacie, en confiserie, en cuisine ainsi que dans l'industrie textile comme apprêt.

Nous remarquerons encore deux autres espèces d'importance secondaire : corralina et alsidium helminthochorton dont la pharmacopée fait état comme entrant dans la mousse de Corse. Les lichens sont des algues dont la recherche et la récolte sont relativement aisées car elles sont découvertes à chaque marée.

FUCUS

La composition chimique de Fucus est analogue globalement à celle des laminaires, mais si l'on descend dans les

détails de l'analyse, on constate des différences considérables dans la répartition des différents sels ainsi que dans la valeur nutritive des hydrocarbures constitutifs. Ils sont employés comme engrais et constituent un excellent apport d'azote et de potasse.

LAMINAIRES

Les laminaires sont des algues brunes qui restent toujours immergées.

Leur zone commence à la laisse de plus basses mers et se prolonge jusqu'à des fonds de 40 mètres en ce qui concerne les côtes de France.

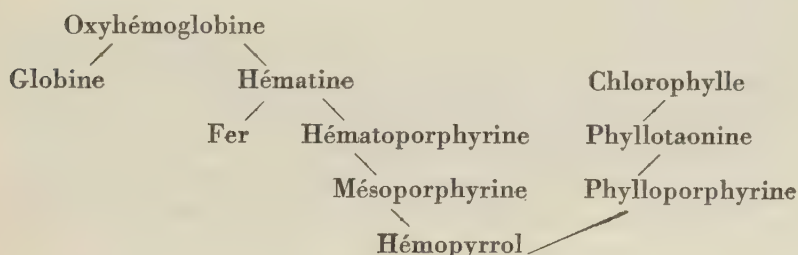
Les laminaires sont fixées aux rochers ou galets du fond de la mer par des racines crampons qui n'ont qu'un rôle d'attache et n'interviennent pas pour la nutrition des plantes. Celle-ci s'effectue par des lanières qui puisent dans la mer qui les baigne et sur toute leur longueur les substances nécessaires et leur alimentation. De la racine part le stipe qui constitue la tige de grosseur variable et de forme ronde. Sa longueur varie avec l'âge. Le stipe s'épanouit en lanières qui sont les feuilles de cette végétation sous-marine.

C'est la grande richesse en iode et en potasse des laminaires qui les fait exploiter sous le nom de goémnos de soude par les industries du littoral breton. Ces plantes contiennent, en outre une substance analogue à la dextrine : la laminaire. Cette substance est constituée par des polysaccharides. Il s'agit non d'un seul corps mais d'une série de substances homologues ayant une haute valeur nutritive. Les laminaires seront les algues que nous allons étudier particulièrement. Ce sont elles qui sont utilisées dans l'alimentation et la thérapeutique.

La Chlorophylle, sa valeur dans la Thérapeutique des Anémies

Nous avons fait remarquer que toutes les algues, vertes, brunes ou rouges renferment une matière colorante verte : la chlorophylle. Or, tout récemment, M. Paul Chevalier a attiré l'attention sur ce pigment dans la thérapeutique des anémies (*Monde Médical*, n° 845).

L'introduction du pigment chlorophyllien dans la thérapeutique des anémies vient de ce fait que par dédoublements successifs et réduction, la chlorophylle et l'hémoglobine donnent le même corps : l'hémopyrrol. C'est ce qui résulte des travaux de Willstaeter et son école. Ces relations peuvent se résumer dans le tableau suivant :



D'où l'idée d'une transformation possible de pigment chlorophyllien en hémoglobine.

On sait que dans la molécule chlorophyllienne on trouve du magnésium et que ce métal a été conseillé comme anti-

anémique de complément. Il était intéressant de voir si le magnésium favorisait l'action régénératrice de la chlorophylle. Burgi trouve une même action pour la chlorophylle, la chlorophylle privée de magnésium et la chlorophylline. Il croit que l'action régénératrice est due seulement à la transformation de la chlorophylle en hémoglobine et non à une action stimulante sur les cellules productrices d'hémoglobine. La chlorophylle favoriserait la fixation du fer par les globules rouges et serait même plus active que ce dernier dans les processus de régénération sanguine. Gordenoff et Rentz ont montré que la chlorophylle donnait de bons résultats dans les anémies secondaires chaque fois que les organes hématopoiétiques ne sont pas trop atteints. A côté de cette action dans les anémies, l'étude pharmacodynamique a permis de découvrir une action sur les muscles lisses, sur le métabolisme général, des effets neuro et cardiovasculaires. Dernièrement on a employé la chlorophylle à cause de son pouvoir tonique, dans la toxémie asthénisante du cancer. On a aussi utilisé son pouvoir photosensibilisateur dans le traitement actinique de la pelade. En somme, par son pouvoir sur le sang et sur l'organisme en général, la chlorophylle apparaît comme un appoint précieux dans le traitement des états de dépression et d'insuffisance sanguine. Elle n'est pas un médicament des anémies où le fer est fixé sur les globules en quantité normale ou en quantité exagérée (anémies hyperchromes) ; mais elle est un excellent médicament des anémies où les globules sont insuffisamment riches en hémoglobine, c'est-à-dire en fer et en globine ; on sait que ces anémies « hypochromes » comprennent des formes primitives (les chloroses des classiques) et des formes secondaires, qui sont la grande majorité des anémies observées dans la pratique courante.

L'iode, la Mer et les Algues

L'iode est un métalloïde de couleur gris d'acier, de densité 4,948 émettant à la température ordinaire de faibles vapeurs violettes qui deviennent très abondantes sous l'action de la chaleur. C'est un corps énergique qui se combine à tous les autres. Avec les métaux il donne des iodures dont les plus importants sont les iodures de potassium et de sodium. Ces iodures sont faiblement décomposables par la lumière qui libère de l'iode en quantité variable selon les impuretés présentes. L'iode est irritant, caustique et poison à très faible dose. Les sels alcalins agissent énergiquement sur l'organisme et ne peuvent être employés que d'après ordonnance. Ces propriétés générales que nous venons d'indiquer à grands traits font entrevoir que l'iode dans la mer et dans les algues, ne peut se présenter qu'à l'état de combinaisons minérales neutres d'action, et à des concentrations plutôt faibles.

L'iode dans les eaux de mer serait à l'état de combinaisons minérales et organiques. D'après A. Gautier, tout l'iode serait à l'état organique soluble et insoluble dans le plancton. Par litre d'eau de mer il y aurait :

Iode organique soluble.....	1 mgr. 800
Iode organique insoluble.....	0 mgr. 520
Iode total.....	2 mgr. 320

Les eaux des différentes mers en contiendraient des quantités très voisines ; l'iode organique soluble varierait peu, tandis que l'insoluble serait plus abondant en surface.

Ces recherches sont en contradiction avec celles de L. Winkler, qui prétend que l'iode dans l'eau de mer est

à l'état d'iodures et d'iodates ; les iodates dominant en surface et les iodures en profondeur. Les combinaisons organiques de l'iode seraient problématiques. La teneur en iode par litre s'élèverait à 0 mgr. 050.

La vérité est probablement entre ces deux opinions opposées. Le raisonnement quoique ne pouvant remplacer l'expérience conduit à cette appréciation, en effet, les lamineuses qui meurent en mer abandonnent à ce milieu le contenu de leurs cellules, mais comme l'iode s'y trouve sous forme minérale en presque totalité, ce sont des iodures alcalins que la mer reçoit. En acceptant les données de A. Gautier, l'on serait obligé d'admettre que les algues assimileraient des composés iodés organiques qui, dans leurs cellules deviendraient des sels minéraux. L'assimilation chez les algues serait donc l'inverse de celle des végétaux terrestres ; la plante ne procéderait plus par synthèse mais par analyse.

Le milieu marin quoique très pauvre en iode permet à certaines algues d'en accumuler des quantités importantes.

Dans les algues marines nous observons un phénomène particulièrement intéressant où le rôle de la cellule prend un caractère d'une importance capitale dans cette faculté toute spéciale presque unique, d'extraire de l'iode répandu à dose infime de quelques milligrammes par litre dans toute l'étendue des océans. Pour expliquer ce phénomène biologique merveilleux, le simple mot affinité paraît bien faible et bien vague. Il ne permet pas de se rendre compte de toute la série complexe de processus aboutissant à la fixation de l'iode dans les tissus du végétal pour devenir partie intégrante de lui-même.

M. Dangeard appelle indo-volatilisation un dégagement spontané de l'iode du *Fucus vesiculosus*. Étudié spécialement chez les lamineuses, l'auteur démontre que l'indovolatilisation est un phénomène vital et non accidentel lié à la vitalité et à l'intégrité des cellules.

Les Fixateurs du Calcium et les Algues marines

L'emploi des médications fixatrices du calcium résulte de trois ordres de travaux qui ont été faits sur :

- 1) le rachitisme expérimental,
- 2) l'huile de foie de morue,
- 3) rayons ultra-violets.

Mac Collum montra que pour déterminer le rachitisme expérimental chez le rat blanc, il faut une carence relative en phosphore, et la carence d'une substance encore indéterminée.

Il existe toute une série de régimes rachitigènes que les expérimentateurs se sont ingéniés à établir et à varier ; le meilleur est le régime 84 de Pappenheimer dont voici la formule :

Farine purifiée.....	95 gr.
Nacl	2 gr. 9
Lactate de Ca.....	2 gr.
Citrate de Fe.....	0 gr. 10

Son caractère est le déséquilibre minéral. Lorsque dans l'alimentation le rapport Ca/P est supérieur à 1, et à condition que les animaux soient élevés dans l'obscurité, on voit alors apparaître le rachitisme expérimental. Les

extraits parathyroïdiens élèvent la calcémie, mais ne guérissent pas le rachitisme ; ils enlèvent de la chaux à la substance osseuse.

Le phosphore paraît être un fixateur de calcium quand on l'ajoute au régime rachitigène de Pappenheimer.

L'étude du rachitisme expérimental a montré la valeur de l'huile de foie de morue et celle de rayons ultra-violets dans le traitement du rachitisme.

Au régime rachitigène d'un animal, soumis à l'obscurité, il suffit d'ajouter une goutte d'huile de foie de morue par jour pour obtenir la guérison. L'huile de foie de morue fixe le Calcium. Est-ce le facteur *A* de l'huile de foie de morue qui est le fixateur ? Non, car si on le détruit par un courant d'oxygène, l'huile conserve son pouvoir antirachitique.

C'est dans l'insaponifiable, dans le résidu concentré de l'huile qu'on a pu isoler cette substance fixatrice du Calcium ; on l'appelle vitamine *D*. L'huile de foie de morue se comporte comme un aliment spontanément irradié et si on l'irradie son pouvoir antirachitique disparaît. Cette huile tire en effet ses propriétés des aliments ingérés par les poissons dont s'alimente la morue, c'est-à-dire les algues marines qu'on peut considérer comme la source la plus abondante et inépuisable de vitamines.

Une grande valeur dans le traitement du rachitisme ont aussi les rayons ultra-violets. En 1923, on a cru que les rayons ultra-violets agiraient par l'intermédiaire de l'air. On a irradié les cages, après en avoir enlevé les animaux ; remis dans les cages les animaux ne firent pas de rachitisme ; mais on vit que l'on n'avait pas nettoyé les cages, et que les animaux ingérant les détritits et les matières fécales qui y étaient restés, l'action des ultra-violets se faisait par l'intermédiaire de ces substances.

On en vint ainsi à l'idée d'aliments irradiés, notion qui fut confirmée par la suite.

On mit des rats dans les conditions du rachitisme expérimental. On en fit deux lots ; le premier fut irradié ; le deuxième ne le fut pas. On mélangea ensuite les animaux. Aucun ne fit de rachitisme, les non irradiés mangeant les excréments des irradiés. Il suffit d'irradier par les rayons U. V. le régime 84 de Pappenheimer pour empêcher le rachitisme des rats élevés dans l'obscurité. Les aliments se comportent donc comme les supports du facteur antirachitique.

Une série d'études se poursuivit entre 1924 et 1927 pour rechercher la substance qui après irradiation acquérait la plus forte activité ; on s'adressa à la cholestérine d'abord. En France, Fabre et Simonet, en 1925 purent obtenir la guérison du rachitisme expérimental du rat avec des doses de 1 mmgr par jour de la cholestérine irradiée.

Mais d'un autre côté, en cherchant à purifier la cholestérine pour obtenir un produit encore plus actif, l'on s'aperçut au contraire que l'irradiation ne conférait plus aucune propriété antirachitique à cette cholestérine purifiée.

La cholestérine irradiée tirait donc son activité antirachitique d'une impureté qu'elle pouvait contenir en proportions infinitésimales.

L'on chercha méthodiquement parmi les différents stérols et l'on reconnut bientôt que l'ergostérine, substance découverte en 1889 dans l'ergot de seigle par le célèbre chimiste français Ch. Tanret, représentait après irradiation un pouvoir antirachitique de 1.000 à 2.000 fois plus fort que celui de la cholestérine.

C'était donc là, dit Tanret, le corps cherché, la provitamine qui, après irradiation, se transforme en vitamine *D* ou au moins en un corps qui possède au plus haut degré les propriétés de la vitamine *D*.

Dans la pratique, on utilise pour la fabrication de l'ergostérine la levure de bière.

Tout récemment, G. Chamagne a pu isoler des algues marine une ergostérine spontanément active.

La levure de bière fraîche est desséchée dans le vide avec de grandes précautions. On l'extrait ensuite par l'éther qui dissout le liposoluble. Après évaporation de l'éther, on saponifie par la potasse alcoolique. On évapore et on reprend par l'éther, on filtre, on évapore à nouveau, on reprend le résidu par l'alcool bouillant et on laisse cristalliser.

La préparation de l'ergostérine des algues est un peu plus délicate, en raison de la présence des pigments chlorophylliens et carotinoïdes. Les algues brunes renferment en effet, à côté du pigment chlorophyllien, un pigment carotinoïde ou fuco-xanthine, répondant à la formule $C_{90}H_{52}O_6$, qui assurerait l'action de la lumière ultraviolette en hiver, sur leur ergostérine.

Expérimentation sur les Animaux

L'expérimentation se fait sur les rats, par une raison de commodité, et sur le rat blanc qui est plus sensible et plus domesticable que le rat noir. Mac Collum, de la John Hopkins University de Baltimore, Pappenheimer de la Columbia University de New-York, furent les premiers à se servir des rats qui, en effet, parmi tous les animaux sont ceux qui paraissent le mieux convenir aux expériences sur le rachitisme. Les rats ont permis d'obtenir des résultats de grande valeur qui peuvent être appliqués presque intégralement au rachitisme humain. Au bout de vingt à quarante jours d'un régime rachitigène de 84 de Pappenheimer ou de Mac Collum, les symptômes du rachitisme se manifestent comme suit : apparition d'un chapelet costal et d'un thorax en carène, un manque d'assurance dans la marche et un défaut d'ossification des métaphyses, avec fractures spontanées des os longs ; en fin de compte une perturbation profonde du métabolisme du phosphore ; aux rayons X le cartilage épiphyso-diaphysaire des os longs paraît élargi et clair pendant la maladie, et devient opaque au moment de la guérison ; à l'analyse du sang, on note un appauvrissement en chaux et en phosphore ; à l'examen histologique des os longs la zone chondro-calcaire est insuffisamment calcifiée.

Pour mettre en évidence la valeur antirachitique des algues marines, des expériences ont été faites par Chamagne et Piet-Lataudrie.

Ils procédèrent de la manière suivante :

Ils avaient quatre lots de rats, chaque lot comprenant trois rats.

Le premier lot servait de témoin et était mis au régime rachitigène et à l'obscurité.

Le deuxième lot également au régime rachitigène et à l'obscurité recevait en plus de sa ration une dose d'extrait cytoplasmique de laminaire d'environ un gramme, un déci-gramme et un centigramme par jour et par sujet.

Le troisième lot avait, outre son régime 84, en place d'extrait cytoplasmique deux centigrammes, deux milligrammes et 2/10 de milligramme de liposoluble de cet extrait de laminaire par jour et par sujet.

Enfin, le quatrième lot, toujours au régime rachitigène, recevait la phytostérine pure de l'algue laminaire, l'insaponifiable du liposoluble, à la dose de 4/10 de mgr., 1/100 de mgr. et 4/1.000 de mgr. par rat et par jour, et ceci en solution huileuse.

Le tableau suivant résume les résultats qu'ils ont obtenu après environ quarante jours d'observations.

	DOSES REÇUES	POIDS	AUTOPSIE	P. du sang	RADIO
1 ^{er} lot	1	41-56	Rachitisme + +	4,3	Rachitisme + +
	2	45-61	— + +	5,1	— + +
Régime 84	3	43-59	— + +	3,8	— + +
2 ^e lot	1 : 1 gr. poudre	47-60	— —	9,3	— —
Régime 84 et	2 : 1 dgr. —	53-66	— —	7,6	— —
Extr. cytoplasmique	3 : 1 cgr. —	49-63	— —	6,9	— + ?
3 ^e lot	1 : 2 cgr.	61-80	— —	5,7	— —
Régime 84 et	2 : 2 mgr.	42-61	— —	7,7	— —
Extrait liposoluble .	3 : 2/10 mgr.	50-74	— —	6,1	— +
4 ^e lot	1 : 4/10 mgr.	45-66	— —	6,2	— —
Régime 84 et	2 : 4/100 mgr.	43-79	— + ?	5,9	— +
Ergostérine des algues	3 : 4/1000 mgr.	57-68	— +	4,8	— + +

On remarquera qu'à partir d'une dose de 1 centigr. d'extrait cytoplasmique de laminaire de 2/10 de mgr. d'extrait liposoluble de 4/1.000 de mgr. de stérine pure, on commence à voir apparaître des accidents de rachitisme. Les doses de produit antirachitique servies aux rats ont été données à la suite de quelques essais préalables qui ont démontré, que l'apparition du syndrome rachitique, se faisait en général autour d'une ration journalière de 1 centigramme d'extrait cytoplasmique. Les autres doses ont été calculées en équivalence, en se basant sur ce que 100 grammes d'extrait cytoplasmique donnent 2 grammes d'extrait liposoluble et 1 gramme de liposoluble donnant 2 milligrammes d'insaponifiable, c'est-à-dire de stérine pure. On voit donc sur ce tableau précédent que les doses de 4/1.000 de mgr. de stérine pure journalière sont insuffisantes pour empêcher l'apparition du rachitisme, alors que la dose équivalente d'extrait cytoplasmique, soit un centigramme est presque capable de juguler les accidents d'avitaminose D, le seul signe de rachitisme que présentait le rat n° 3 du deuxième lot étant des lésions radiographiques discutables et peu typiques.

Cette diminution de l'activité antirachitique du stérol marin, amena les auteurs ci-dessus mentionnés à irradier cette substance qui était déjà naturellement irradiée du fait de l'action douce et continue des rayons solaires. Ils ont eu une constance absolue dans tous leurs résultats, les extraits cytoplasmiques et liposolubles, de même que ce stérol, s'étant toujours montrés égaux à eux-mêmes et leur propriété antirachitique ne se dégradant pas avec le temps.

En introduisant ce nouveau facteur, irradiation artificielle, ils ne furent nullement surpris alors de constater exactement les mêmes résultats que ceux obtenus avec l'ergostérine tirée de la levure de bière.

C'est ainsi qu'on nota un optimum d'action pour 8 heures d'irradiation par la lampe à mercure. Et à partir de 52 heures d'exposition devant cette source d'ultra-

violets, l'activité antirachitique semblait être complètement anéantie. Mais il est une chose excessivement intéressante à remarquer, c'est que l'optimum d'irradiation pour l'ergostérine de levure est de 12 heures, alors que celle de stérol marin activé naturellement par la lumière douce et continue du soleil, tamisé par une assez grande épaisseur d'eau de mer, puis soumis ensuite à l'action brutale d'une lampe à vapeur de mercure est de 8 heures. Ce qui semblerait dire, que le stérol marin a emmagasiné normalement une activité antirachitique correspondant à 4 heures d'irradiation à la lumière ultra-violette artificielle. De même, il y a une différence de quatre heures sur la disparition du pouvoir antirachitique entre les deux substances.

En résumé l'algue marine irradié tout naturellement que d'une manière artificielle, tant dans ses formes extrait cytoplasmique et liposoluble que ergostérine, a une action sur le rachitisme.

Préparation de l'Algue alimentaire et Méthodes de Déminéralisation

L'algue ne peut être consommée telle que nous la produit la mer. Elle doit être d'abord séchée puis déminéralisée. Les usines du littoral breton mènent de pair la production de l'algue alimentaire et la production de l'iode. Autrefois on se contentait de brûler les algues pour en retirer l'iode. Actuellement, on extrait l'iode tout en conservant les matières hydrocarbonées, l'algue alimentaire pouvant être ainsi considérée comme un sous-produit.

1.000 kilos de laminaires fraîches séchées à l'air donnent 200 kilos de laminaires sèches. Dans cet état les laminaires contiennent plus de 30 % de sels alors que les algues fraîches n'en contiennent que 5 %. Il serait impossible de faire absorber des plantes ainsi gorgées de sel ; le goût serait trop amer et leur haute teneur en sels de potasse serait nocive pour le cœur. Il est donc indispensable de les déminéraliser.

Bien des procédés ont été employés pour débarrasser les algues de leurs sels. Nous décrirons les procédés Stanford et Dubreil.

Le premier procédé consiste à traiter les algues par l'eau de chaux.

Le second consiste à les traiter par une solution d'acide chlorhydrique au 1/3.000. Les algues sont ensuite rincées pour enlever toute trace d'acide ou de chaux. Les laminaires

préparées pour les expériences l'ont été par des moyens de fortune qui font ressortir nettement les principes qui sont à la base de l'extraction industrielle.

Procédé du Museum d'histoire naturelle

Les algues passaient successivement dans une série de 10 baquets numérotés de 1 à 10. L'eau douce arrivait dans le baquet 10 et en redescendait jusqu'au baquet 1. Les algues séchées passaient d'abord au baquet 10 et remontaient jusqu'au baquet 1. L'acide chlorhydrique tombait goutte à goutte dans le baquet 8. Il y avait donc 3 baquets de traitement et 7 baquets de rinçage. On procédait de même quand on employait l'eau de chaux. On pratiquait en somme la lixiviation méthodique. Les procédés que nous avons rapportés ont donné des résultats identiques. La teneur finale en matières minérales du produit sec obtenu était environ de 16 %. Ce produit sec est appelé quelquefois algine. L'appellation est impropre, car l'algine est de l'alginate de soude. Pour éviter toute confusion ce produit a été désigné sous le nom d'algue alimentaire.

Nous allons maintenant exposer le mécanisme de l'extraction des sels par l'un ou l'autre procédé.

Mode d'action de l'eau acidulée

La cellule élémentaire des laminaires est constitué par des utricules contenant des sels : chlorure de sodium, de potassium, de magnesium, bromure et iodure et l'acide alginique qui est la matière alimentaire principale.

L'enveloppe de ces utricules est formée par de l'alginate de chaux, insoluble dans l'acide chlorhydrique dilué ainsi d'ailleurs que l'acide alginique. Il se produit donc à travers cette paroi quand les laminaires sont plongées

dans une eau acidulée des phénomènes osmotiques. Ces phénomènes sont favorisés en ce qui concerne l'exode des sels, par ce fait que la pellicule d'alginate de chaux qui forme l'enveloppe de la cellule, se contracte sans s'altérer sous l'influence de l'acide chlorhydrique et cette contraction, provoque et favorise l'expulsion des solutions alcalines qu'elle contient. C'est une véritable action mécanique grâce à laquelle, au bout de deux à trois passages dans des bains acidulés, la moitié des sels est extraite.

Mode d'action de l'eau de chaux

Si l'on emploie l'eau de chaux, l'action s'explique différemment. Suivant la loi de Dutrochet, le pouvoir osmotique d'une solution est en fonction directe de la chaleur spécifique du corps entrant dans cette solution. La chaux a, par rapport aux sels de potasse et de soude, une chaleur spécifique énorme.

Il en résulte que le passage de la solution saline que contiennent les cellules sera infiniment plus rapide que le passage inverse. Au bout de quelques lavages on arrivera à épuiser suffisamment celles-ci. La chaux qui pénétrera par voie d'échange dans les cellules donnera à vrai dire, au contact de l'acide alginique, de l'alginate de chaux insoluble dans les acides comme l'est d'ailleurs l'acide alginique lui-même et par conséquent insoluble dans le suc gastrique.

Par contre acide alginique et alginate de chaux qui sont solubles dans les alcalis et les sucs intestinaux, qui effectuent le complément de la digestion, sont à réaction alcaline. Ce qui n'est pas digéré dans l'estomac, l'est dans l'intestin.

L'insolubilité de l'acide alginique dans le suc gastrique est bien connue, on l'utilise même en pharmacie pour enrober les médicaments qui doivent simplement traverser l'estomac.

Analyse des Algues déminéralisées

Quand on enlève aux laminaires les quantités de sels qu'il est possible de leur enlever pratiquement tout en laissant l'intégralité de leurs éléments nutritifs, on réduit à 50 % environ la quantité de matière minérale. Il semble qu'on ne puisse actuellement dépasser cette proportion sans altérer la structure de la plante et diminuer ses propriétés alimentaires. Nous allons rapporter les principales analyses effectuées sur les algues traitées :

a) Analyse donnée par le laboratoire central de recherches et d'analyses du Ministère de l'Agriculture (2 avril 1918) et relative aux algues hachées utilisées à cette époque pour la nourriture de chevaux et déminéralisées par l'eau de chaux ;

b) Même analyse que a) mais relative aux algues déminéralisées à l'eau acidulée à l'acide chlorhydrique à 1/3.000 ;

c) Analyse donnée par le laboratoire central d'analyse du Ministère de l'Agriculture le 24 janvier 1920 sur des échantillons d'algues hachées provenant des usines de Plouescat ;

d) Même analyse que c) mais relative à des algues broyées ;

e) Analyse donnée par la société des produits chimiques, au premier trimestre 1920 et relative aux algues hachées.

	a	b	c	d	e
Humidité	18,78	14,66	14,98	12,34	14,66
Matières hydrocarbonées	45,45	45,01	47,62	53,83	47,36
Matières azotées.....	12,25	12,68	9,62	9,62	12,56
Cellulose	7,70	10,91	12,02	9,09	9,25
Matières minérales.....	15,82	16,74	15,76	15,12	16,17
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Si nous ramenons ces chiffres au taux uniforme d'humidité de 10 % les analyses deviennent :

	a	b	c	d	e
Humidité	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Matières hydrocarbonées	50,35	47,47	50,40	55,26	50,95
Matières azotées.....	13,56	13,38	10,18	9,98	13,24
Cellulose	8,53	11,51	12,72	9,53	9,76
Matières minérales.....	17,56	17,64	16,70	15,53	16,05
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Dans toutes ces analyses les matières azotées comprennent les matières azotées totales, c'est-à-dire les albuminoïdes et les amides. La teneur en est exprimée par la teneur % en azote multipliée par 6,25.

Dans les analyses a) b) c) d) on a recherché en ce qui concerne les matières hydrocarbonées, la proportion de matière grasse extractive à l'éther de pétrole et celles des matières saccharifiables.

La saccharification étant faite à l'autoclave à 120 degrés pendant quarante minutes avec acide sulfurique à 4 %. Les résultats sont exprimés en sucre inverti.

La différence entre les matières grasses et saccharifiables et la totalité des matières hydrocarbonées correspond aux matières non azotées et non saccharifiables. Elle est évaluée par différence :

	a	b	c	d
	—	—	—	—
Matières grasses.....	1,29	1,29	0,34	0,23
Matières saccharifiables.....	13,30	14,70	traces	7,01
Matières non az. et non sacch.	30,86	29,62	47,20	46,59
	—	—	—	—
	45,45	42,01	47,62	53,87

Ce qui ramené au taux uniforme de 10 % d'humidité donne :

	a	b	c	d
	—	—	—	—
Matières grasses.....	1,43	1,36	0,37	0,24
Matières saccharifiables.....	14,75	15,50	traces	7,20
Matières non az. non sacch....	37,19	30,61	50,03	47,82
	—	—	—	—
	50,35	47,47	50,40	54,26

En ce qui concerne les matières minérales, des essais ont été faits au laboratoire du Ministère de l'Agriculture, le 15 avril 1918, sur un échantillon de laminaires lavées à l'eau de chaux, et les cendres totales furent trouvées égales à 14,80 % du poids. Ces algues provenaient de l'approvisionnement constitué au Museum pour les expériences alors en cours ; elles avaient été durant l'hiver assez exposées à l'humidité, ce qui explique la petite réduction du pourcentage normal en matières minérales. Leur teneur en eau

était d'environ 25 %. Si l'on ramène cette teneur à 10 % pour pouvoir faire des comparaisons utiles, on voit que la proportion de matières minérales devient 17,62 % ce qui range l'échantillon en question dans les catégories *a)* et *b)*. Ces matières se divisaient par moitié en cendres solubles et en cendres insolubles, soit 7,50 de cendres insolubles contenant surtout du carbonate de chaux provenant de la destruction des composés organiques de la chaux notamment de l'alginate de chaux qui constitue la paroi des utricules élémentaires des algues, la silice entre dans ce chiffre pour 0,15 seulement.

7,50 de cendres solubles donc 0,43 de chlorure et 2,35 de potasse. Ces sels comprennent des chlorures, des sulfates, des traces d'iodures alcalins.

En ce qui concerne plus particulièrement l'iode, l'analyse a montré que les algues lavées à l'acide chlorhydrique dilué à l'eau de chaux ou même à l'eau ordinaire renfermaient encore après dessiccation 0 gr. 10 d'iode par kilo; soit un dixième de milligramme d'iode pour un gramme de poudre d'algue.

Il faut observer qu'il s'agit là d'iode organique, c'est-à-dire d'iode qui est lié à la matière hydrocarbonatée et azotée à l'exclusion de l'iode qui se trouve dans les lamineuses à l'état d'iode seulement. L'exosmose est sans effet sur l'iode organique qui résiste aussi aux oxydants.

Mais d'après Vincent, la composition des cendres d'algues est très variable. Cette composition est liée à la nature des algues, à leur origine géographique, à leur mode de récolte, à la conduite de combustion et à l'honnêteté des opérations.

Pendant la combustion, le calcium des algues se combine à l'acide carbonique, au soufre et à l'acide phosphorique; le soufre des sulfates est en partie réduit par le carbone de la matière organique avec formation de sulfures, de sulfites

et d'hyposulfites. Les sels solubles d'après Vincent entrent dans la proportion de 35 à 65 pour cent.

Nous donnons à titre d'exemple, les compositions chimiques des parties solubles et insolubles à l'eau pour cent, de cendre.

Partie soluble

Chlorure de potassium.....	26,49
Sulfate de potassium.....	4,53
Carbonate de sodium.....	5,31
Sulfate de sodium.....	3,60
Sulfite de sodium.....	0,78
Hyposulfite de sodium.....	0,22
Sulfure de sodium.....	1,65
Chlorure de sodium.....	19,33
Phosphate de sodium.....	0,54
Sulfate de calcium.....	0,28
Chlorure de calcium.....	0,23
Sulfate de magnésium.....	0,92

Partie insoluble

Carbonate de calcium.....	2,59
Phosphate de calcium.....	10,56
Sulfure de calcium.....	1,09
Silicate de calcium.....	3,82
Carbonate de magnésium.....	6,55
Alumine	0,14
Charbon	2,87
Sable	1,57
Magnésie	0,82
Peroxyde de fer.....	0,14

Action des Algues sur l'organisme humain

Dans les chapitres précédents nous avons démontré que les algues ont une action sur le rachitisme.

Le rachitisme expérimental, quoique assez différent du rachitisme humain, sont l'un et l'autre également influencés par les phytostérines d'origine marine. Cependant le rachitisme humain à l'inverse du rachitisme expérimental, a une très grande multiplicité étiologique. Les controverses au sujet de ces étiologies sont loin d'être éteintes. Cependant, on admet actuellement parmi l'origine du rachitisme des causes d'ordre digestif (abus des farineux, fautes de régime) soit des causes toxiques ou infectieuses (rougeole, grippe, coqueluche, diarrhées chroniques ou aiguës) soit enfin la carence de lumière dont Woringer a bien démontré le rôle en prouvant par des statistiques la recrudescence de l'affection pendant les derniers mois de l'hiver et les premiers mois du printemps, c'est-à-dire à la suite d'une période pauvre en ensoleillement au cours desquelles on voit apparaître d'une manière concomitante un groupe d'affections qu'il nomme « heliophobes » (Tétanie, méningite cérébro-spinale, angines, broncho-pneumonies, oreillons). Huldshinsky (1919), puis plus tard Noël Patton, A.-F. Hess, Mac Collum, et d'autres, attirèrent l'attention sur le rôle du soleil en montrant que l'obscurité favorise nettement le rachitisme, tandis que la lumière le prévient.

En 1923, Hutchinson et Murphy publièrent leurs observations si intéressantes et si remarquables d'où il résulte qu'aux Indes, le rachitisme se développe exclusivement chez

les femmes et les enfants mahométans enfermés dans l'ombre du harem, rigoureusement à l'abri des radiations solaires. On peut donc dire que cette maladie est un produit de la civilisation. Elle sévit au maximum dans les régions industrielles peu ensoleillées tandis qu'elle est inconnue des populations qui vivent au Sud du 40 ou du 45 de latitude Nord (sauf quelques exceptions comme celle que nous venons de citer.

Vers le milieu du xvii^e siècle, en 1630, dit Trousseau, les tables mortuaires de l'Angleterre firent mention pour la première fois d'une maladie dont les anciens habitants et les vieux praticiens ne se souvenaient pas d'avoir vu jusque-là d'exemple : on l'appelait *The Rickets*, par lequel on désignait les individus bossus et mal conformés.

C'est par un médecin anglais, François Glisson, que le rachitisme fut décrit pour la première fois et c'est en Angleterre qu'il paraît avoir fait des ravages plus considérables dès le xviii^e siècle, c'est-à-dire dès l'époque où précisément, les grandes agglomérations créées par l'industrie moderne ont commencé à prendre un développement caractéristique. Rappelons brièvement les symptômes cardinaux de cette affection, lesquels ont été bien mis en évidence par le Professeur Marfan, sous le nom de « syndrome rachitique ».

Cliniquement, quatre éléments principaux peuvent exister seul ou bien coexister avec prédominance de l'un ou de l'autre de ces symptômes :

- 1) D'abord des lésions osseuses à caractère surtout inflammatoire, qui se ramènent le plus souvent à une chondromyéélite. Elles atteignent les cartilages et peuvent se rencontrer aux membres (élargissement des épiphyses nouures, déformation et incurvation des diaphyses), au thorax (chapelet costal, déformation en carène de vaisseau, en poitrine de dindon), et dans certains cas, du crâne (déformations crâniennes, palatines, implantation irrégulière de certaines dents, incisives inférieures particulièrement, et croissance anormale : craniotobes) ;

2) Une hypotonie musculaire générale, principalement sur les muscles abdominaux pouvant jouer un rôle dans la production de ptoses, des pieds plats, des scolioses, des varices, et autres affections relevant d'une laxité anormale de tissus de soutien. Selon Carl Pearson, la myopie, qui se rattache à une perte de la tonicité de la sélérotique, est en relation avec le rachitisme ;

3) Une réaction des organes lymphoïdes (rate, ganglions) dont l'aprosexie de Cuye serait une forme ;

4) Une anémie globulaire, assez grande en général très résistante.

La radiographie de son côté, montrera dans ces cas de rachitisme, des déformations osseuses nettes au niveau des cartilages épiphysaires avec flou de la limite ostéochondriale : retard dans l'ossification et parfois des fractures spontanées sans tendance à la consolidation. Le laboratoire, par l'analyse du sang, montrera une diminution du taux de phosphore et de calcium. Chez les hommes adultes, les ravages causés par le rachitisme ne sont pas moindres que chez les enfants. Pendant la guerre, les médecins anglais ont pu constater, que dans l'ensemble de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, 36 % seulement des recrues pouvaient être classées dans la meilleure catégorie, c'est-à-dire parmi les hommes en pleine possession de leur force et de leur santé. Cette proportion s'abaissait à 28 % dans certaines contrées où le rachitisme sévit plus particulièrement, alors qu'elle devrait, selon Arthur Keith, s'élever normalement à 70 %, le déchet étant tout entier causé pour cet auteur, par le rachitisme.

Les essais faits avec l'extrait cytoplasmique de *Laminaria Flexicaulis* sur tous ces cas de rachitisme ont donné des résultats satisfaisants.

Le rachitisme, ses complications et les affections qui lui sont directement apparentées ne sont pas seules à devoir être considérées comme conséquence de carence en vita-

mine *D* ou de soleil. Une longue série d'autres maladies, apparemment microbiennes, sont traitées avec un succès constant depuis des décades nombreuses, par des méthodes qui témoignent d'une étroite analogie étiologique avec le groupe que nous venons de voir. Au premier rang de ces affections figure la tuberculose chirurgicale : adénites, arthrites, ostéites, péritonites dues au bacille de Koch, à quoi il convient d'adjoindre la scrofulose, qui est considérée aujourd'hui comme une affection caractérisée par une réactivité anormalement élevée à l'égard de la tuberculine.

Ces affections bénéficient à un haut degré tant de l'actinothérapie artificielle ou naturelle que de l'huile de foie de morue et de ses vitamines liposolubles, parmi lesquelles la vitamine *D* ou ergostérine joue certainement un rôle important.

La tuberculose pulmonaire, qui est une forme spéciale de tuberculose par sa localisation, par son évolution et par les associations microbiennes qu'elle comporte, bénéficie d'abord de l'huile de foie de morue et aussi, quoique peut-être à un moindre degré, de l'actinothérapie. En tout cas, bon nombre de cliniciens (Hudson et Hill, Hervé, Juhel et Ollivier, Combes, Huguet et Bonnal, Mac Cutcheon) pratiquent cette nouvelle méthode non sans succès. Mais la diététique qui a constitué la première des acquisitions thérapeutiques sérieusement efficaces contre cette maladie est fondée sur une alimentation riche en corps gras et plus spécialement en aliments qui, comme le jaune d'œuf et l'huile de foie de morue, sont riches en ergostérine active. Ainsi, sous une forme ou sous une autre, les mêmes éléments thérapeutiques témoignent par leur efficacité incontestée que le terrain, sur lequel évoluent les tuberculoses, est caractérisé par une carence analogue à celle du rachitisme. Ces considérations s'appliquent plus encore au groupe nosologique qui porte le nom de pré-tuberculose. Ce terme malgré son imprécision apparente jouit d'une fortune exceptionnelle parce qu'il a contribué à rendre l'importance

qui revient au terrain dont il est impossible de contester qu'il est caractérisé, pour une part importante, par une insuffisance des divers facteurs liposolubles et de soleil.

Ces faits ont reçu une confirmation éclatante de Gmelin, qui montre qu'aux Iles Féroë, la tuberculose est plus fréquente parce que les radiations ultra-violettes y sont moins abondantes qu'en Islande.

Nous avons essayé l'extrait cytoplasmique de *Laminaria* dans différents cas de tuberculose : principalement la tuberculose pulmonaire. Nous nous sommes surtout attachés à suivre des malades, ayant une forme subfébrile, non évolutive, nous avons eu en général, une grosse amélioration des signes cliniques. Une question se posait. A quelle dose allait-on employer l'algue marine. On se souvient que ce produit ne contient que $1/10$ de milligramme d'iode par gramme. En mars 1924, Henri Eggenberger avait montré l'influence incontestable qu'exercent sur l'organisme de petites doses d'iode de l'ordre de $1/10$ de milligramme. Chatin avait le premier montré que les gens qui absorbaient par jour $1/10$ à $1/20$ de milligramme d'iode étaient exempt de goitre. Le goitre au contraire se développait chez les peuples qui ne recevaient pas cette ration journalière.

Eggenberger démontre que l'iode est un aliment indispensable à la vie, mais cet aliment a pour caractéristique d'être absorbé en quantités infimes. Alors que les os d'un adulte contiennent 350 gr. de phosphate de chaux, que son sérum renferme 2 à 300 gr. de chlorure de sodium, sa thyroïde, l'organe le plus riche en iode de tout le corps, ne renferme que 3 mgr. 8 d'iode organique. L'iode se trouve sous la forme organique dans tous les organes où il doit exercer un travail biochimique intense. F. von Fellenberg a pu sur lui-même mesurer la valeur des échanges journalières d'iode. Ce sont des quantités de l'ordre de millième de milligramme. On décida donc, et c'est ce qui caractérise la méthode de traitement, d'administrer l'iode organique à faible dose.

La dose de début fut de 5 grammes d'algue par jour. Cette dose fut maintenue par la suite.

Jamais des accidents basedowiens n'ont été observés à la suite de ce traitement.

En résumé : L'extrait cytoplasmique des algues marines s'est montré comme un puissant élément reminéralisateur et énergétique, par fixation de calcium et en même temps un aliment, l'augmentation constante de poids en faisant foi.

OBSERVATIONS

Les observations sont prises dans les services de M. le Professeur Loeper, à la Consultation de Médecine de l'Hôpital Lariboisière, Tenon et de la Pitié.

OBSERVATION I

H... G., âgé de 16 ans, entre dans le service le 25 mars 1934.

Antécédents héréditaires : Néant.

Antécédents personnels : Rien à noter.

Etat à l'entrée : Sujet affaibli, amaigri.

Température : 38°5. Point de côté thoracique droit, tousses un peu, ne crache pas. Examen pulmonaire : On constate une matité sur tout le demi-lobe inférieur droit. Vibrations vocales diminuées. Expiration soufflante en bas et en arrière. Quelques craquements fins. Rien à gauche.

Le malade reçoit depuis le 26 mars jusqu'au 23 avril, deux ampoules par jour de Pancrinol, extrait buvable de foie, puis X gouttes d'adrénaline. Depuis le 29 avril jusqu'au 4 mai, 3 cachets par jour de poudre de Ferrié.

Le 4 mai on arrête ce traitement et on administre la poudre d'algues, 4 cuillerées à café par jour de granulés, puis on monte jusqu'à 6.

On constate une amélioration surtout des signes généraux (la température est revenue à la normale déjà le 12 avril) la disparition de fatigue, bon appétit, le poids a augmenté en 8 jours de 1 kg. 200 gr.

Aucun signe pulmonaire fonctionnel ou objectif appréciable.

OBSERVATION II

Veyr..., âgé de 22 ans, entre dans le service le 4 avril 1934.

Le samedi 27 mars au soir, le malade se sent fatigué et présente la fièvre. Sa température est 39°4, le jour de dimanche il se sent mieux, mais lundi sa température monte de nouveau à 39°9. Son médecin pense à une fièvre typhoïde et l'envoie à l'hôpital.

A l'examen on ne trouve pas de taches rosées, pas de dissociation du pouls et de la température (39°—120), la gorge est normale, langue chargée. Le diagnostic de la fièvre typhoïde est écarté.

L'examen du thorax révèle une matité à la base du poumon gauche avec diminution des vibrations vocales et des murmures vésiculaires. Le malade ne tousse pas et ne crache pas. En cherchant les antécédents personnels on trouve un amaigrissement considérable en janvier 1932 avec toux et crachats. En ce moment là la radiographie a montré une atteinte du poumon.

En présence de ces signes on fait une ponction exploratrice qui révèle un liquide clair, jaunâtre, dont l'examen cytologique confirme le diagnostic d'une pleurésie tuberculeuse.

Traitement : iodaseptine, poudre de Ferrié. Depuis le 5 mai, poudre d'algues, 4 cuillerées à café par jour. Le

7 mai, baisse de la température, mais le poids augmente à peine de 200 grammes en 8 jours. Le malade a quand même bon appétit, on note une disparition de faiblesse.

OBSERVATION III

B... George, âgé de 5 ans.

Antécédents héréditaires : Père névropathe ; mère bien portante.

Antécédents personnels : né à terme, poids normal, a été nourri au lait de vache, a marché à 16 mois. Aucun antécédent pathologique, il augmentait peu de poids, mais régulièrement. L'examen du petit malade, nous le montre pâle, inerte, ne tenant pas sur ses jambes arquées. Il porte des érosions, des torsions, des déviations multiples. Le squelette porte des signes nets du rachitisme ; grosses nouures aux poignets et aux maléoles. Cal ancien à l'avant-bras droit. Thorax en sablier, avec double chapelet costal divergent. Légère cyphose. Abdomen proéminent, avec muscles droits écartés.

L'image radiologique montre l'extrémité des os de l'avant-bras élargie, incurvée et de plus pâles. La ligne d'ossification est invisible sur chaque os qui offre la déformation en cupule. Pas de point épiphysaire inférieur du radius.

Le sujet prend chaque jour 5 cuillerées à café de granulés de poudre d'algue. Le traitement est poursuivi sans arrêt durant six semaines, progressivement les symptômes s'amendent. Au niveau des membres, le bourrelet sus-malléolaire s'est atténué, au niveau du thorax le chapelet costal est à peine perceptible. Au niveau de l'abdomen, le ventre moins volumineux se montre plus ferme, la sangle abdominale étant plus solide et plus tonique.

L'enfant a été vu de temps en temps ; l'amélioration s'est maintenue et même a progressé.

OBSERVATION IV

P... Jules, 24 ans.

Antécédents héréditaires : Mère morte à 41 ans d'affection cardiaque.

Antécédents personnels : Grippe en 1928.

Ajourné deux fois au Conseil de révision pour « faiblesse de constitution ». Atteint en 1931 d'une crise de rhumatisme articulaire qui dure 2 mois.

Etat actuel : Température 38°. Rhumatisme articulaire localisé aux deux genoux et aux articulations tibio-tarsiennes. Du côté du cœur, arythmie avec un premier bruit très sourd et même soufflant à la pointe ; 2° bruit avec un dédoublement constant. Poids : 53 kgs. Traitement : Salicylate de soude : 8 gr. par jour.

Après huit jours, la température est revenue à la normale : 37°. Plus de douleurs articulaires, mais genou droit légèrement globuleux et avec petit épanchement. Au cou de pied droit, persistance d'un certain degré d'empâtement le long des gaines des tendons.

De plus, état général très médiocre.

Appareil respiratoire : au poumon, au sommet droit, en avant, submatité, exagération des vibrations et diminution de la respiration. A la base droite des râles inconstants.

Radioscopie des poumons : le sommet droit est assez transparent. Dans la région sous-claviculaire droite, on note quelques taches ; ces taches sont retrouvées plus importantes à gauche.

Trainées ganglionnaires bi-latérales.

Bonnes bases. Le salicylate est réduit à 4 gr. par jour, puis on le supprime complètement et on administre 3 gr.

de poudre d'algues. En douze jours, on constate une augmentation de poids de 3 kgs. Disparition de toute trace de gonflement au genou et cou de pied droit. L'état général s'est relevé, mais le malade est encore pâle. Du côté pulmonaire : persistance de myœdeme sous la clavicule gauche mais pas de zone de submatité ni de résistance au doigt, simple rudesse respiratoire. La quantité de poudre d'algues à prendre chaque jour est augmentée à 6 grammes. On constate alors l'état général bien meilleur. Amélioration de tous les symptômes pulmonaires, augmentation rapide du poids, augmentation de l'appétit, disparition des différents signes pulmonaires antérieurement observés en somme la prédisposition à l'évolution imminente de la tuberculose a été jugulée.

OBSERVATION V

M... Henri, 19 ans.

Antécédents personnels et héréditaires : Néant.

Présente le 20 avril 1934 une bronchite suspecte des deux sommets, plus accusée du côté droit. Amaigrissement très marqué. Etat général médiocre. Fatigue. Sueurs nocturnes. Appareil respiratoire. Aplatissement et atrophie musculaire sous la clavicule droite. Myœdeme. Zone de submatité et résistance au doigt. Râles de bronchite et râles sous-crépitaux. Aux deux bases râles de bronchite disséminés. Quelques crachats muco-purulents. Pas de fièvre. Température : matin, 36° ; soir, 37°4.

21 avril. — Radioscopie : Au sommet droit, la pointe est grise et sans éclairage à la toux, le reste du sommet présente un voile et s'éclaire imparfaitement. A gauche, voile assez fort de l'espace sous-claviculaire en avant. Chaînes hilaires bilatérales fortes. Peu de mouvements du diaphragme en avant, surtout où le sinus est émuoussé.

Analyse bactériologique des crachats : pas de bacilles.

23 avril. — Poids : 63 kilogrammes.

La poudre d'algues est prescrite à la dose progressive de 2 à 6 grammes.

30 avril. — 64 kgr. 500, soit une augmentation de 1 kgr. 500 en huit jours.

La température s'est toujours maintenue normale.

5 mai. — Poids : 64 kgr. 700.

7 mai. — Poids : 65 kgr. 800.

8 mai. — On constate une amélioration considérable de l'état général coïncidant avec une sensation d'accroissement des forces particulièrement accusée et appréciée par l'intéressé.

Du côté des poumons : pas de mycédème ni de zone de submatité sous les clavicules et l'auscultation, simple inspiration soufflante au sommet droit. Pas de bruits anormaux dans l'étendue des deux poumons.

10 mai. — Ce malade est complètement guéri et dans un excellent état.

OBSERVATION VI

W... Jean, 22 ans.

Antécédents héréditaires : Néant.

Antécédents personnels : A eu une entérite à 15 ans. Atteint d'angines fréquentes. Le 8 mars, fait comme poids, 56 kgr. 500 pour une taille de 1^m74. Respiration soufflante au sommet gauche.

Symptômes à l'examen : Faiblesse générale et anémie ; langue suburrale, respiration saccadée et granuleuse au

sommet du poumon gauche en avant ; amaigrissement de 2 kgr. 500.

Radioscopie : Légère diminution de transparence du sommet gauche, lequel s'éclaire un peu moins que le droit par la toux. Quelques traînées ganglionnaires. Pas d'autres lésions visibles.

20 avril. — Etat général moyen.

Poumons : en avant, sous la clavicule gauche, myœdeme et zone de condensation avec résistance au doigt, inspiration rude et soufflante. Pas d'autres signes dans le reste des poumons. Hypertrophie légère du cœur ; palpitations vraisemblablement émotives. La poudre d'algues est prescrite comme traitement à la dose progressive de 2 à 6 grammes.

28 avril. — Poids : 57 kilogrammes. Amélioration de l'état général et des symptômes respiratoires.

7 mai. — Augmentation de poids de 1 kgr. environ. Disparition de myœdeme et diminution des autres signes respiratoires constatée au sommet gauche.

15 mai. — Etat général très satisfaisant. Poids : 58 kgr. 500. On ne note plus qu'une inégalité respiratoire du sommet gauche.

20 mai. — Poids : 58 kgr. 900. On ne trouve plus rien d'anormal à l'examen des poumons, mais uniquement de l'insuffisance musculaire.

24 mai. — Le malade est guéri.

CONCLUSIONS

1) Les algues marines contiennent fournis par la mer, milieu radioactif et vital, tous les principes chimiques essentiels à la vie des êtres : iode, chlorures, magnésium, phosphates, soufre, fer, calcium dont la présence est constante dans tous les organismes humains et dont la régression ou la suppression s'accompagne souvent de troubles graves.

Elles renferment ces éléments profondément dissimulés dans leur substance organique. L'iode se trouve à l'état d'iode organisé. C'est dire que tous ces principes présentent tous les caractères de parfaite assimilation.

2) Elles contiennent le produit antirachitique par excellence : l'ergostérol contenu dans le sang humain et dont l'activation par l'irradiation solaire fournit la vitamine *D*.

3) L'algue condense en son cytoplasme des éléments qui sont disséminés dans l'eau de mer à des dilutions invraisemblables.

4) Les algues marines du genre *Laminaire* convenablement traitées constituent un médicament-aliment précieux capable d'être substitué non seulement à l'huile de foie de morue, mais aussi aux préparations d'ergostérine artificiellement activées.

L'algue est d'ailleurs la source même des vitamines de l'huile de foie de morue.

5) L'algue agit comme suraliment, par ses protéines, ses graisses, et ses hydrates de carbone.

Mais l'absorption quotidienne de 4 ou 5 grammes de poudre d'algues, même intégralement digérée, assimilée et transformée en matière vivante ne peut, à elle seule, expliquer l'accroissement souvent considérable du poids au cours du traitement. Elle agit par son iode organique, en fournissant aux tissus les quelques centigrammes d'iode qui sont nécessaires pour leur vitalité, cela par l'intermédiaire de la glande thyroïde qui préside à son métabolisme.

6) Les Laminaires séchées renferment une forte proportion de sels minéraux : 30 %. Il serait impossible de faire absorber des plantes ainsi gorgées de sels ; le goût serait trop amer et leur haute teneur en sels de potasse nocive pour le cœur.

L'algue doit donc être déminéralisée, mais de telle sorte que les principes actifs ne soient pas altérés, ni diminués. Sa composition après cette opération doit être la suivante :

Iode	0,20 %
Matières grasses et hydrates de carbone.....	48,20 %
Cellulose	10,07 %
Eau	10,00 %
Cendres	17,51 %
Protéines	14,02 %

7) Les algues sous forme d'extrait cytoplasmique total sont indiquées dans tous les cas de misère physiologique : rachitisme, tuberculoses lentes, scrofule, adénites, lymphatisme, amaigrissement et toutes les formes de la pré tuberculose.

8) L'algue ne présente aucune toxicité. C'est un aliment autant qu'un médicament.

Vu : le Doyen de la Faculté, Vu : le Président de thèse,
G. ROUSSY. Lœper.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

- V. VINCENT..... *Les algues marines et leurs emplois agricoles, alimentaires et industriels.*
- SAINT-IVES *De l'utilité des algues marines.*
- COUPIN *Les algues du globe.*
- ADRIAN *Résultats très intéressants obtenus par l'emploi des laminaires dans l'alimentation humaine. (Compte rendu de l'Académie des Sciences, 7 janvier 1918.)*
- BARBIER *Le traitement iodé de la tuberculose. (L'Hôpital, juin 1925, n° 145.)*
- BERNARD *Journal de Médecine de Bordeaux, janvier 1924.*
- BESANÇON et DE JONG *Action de l'iode et des iodures sur le corps thyroïde du cobaye sain et tuberculeux. (Soc. d'Et. Scient. sur la tub., juin 1914.)*
- BONNAMOUR et DELORE... *Administration de l'iode aux tuberculeux pulmonaires.*
- BOUDREAU *Journal de Médecine de Bordeaux, 23 sept. 1920. (Société de Thérap., Paris, 8 mars 1922.)*

- BOURCET *Absorption de l'iode par les végétaux.*
- CURTEL *Contribution à l'étude du traitement
iodé de la tuberculose pulmonaire.*
(Thèse, Paris, 1925.)
- DE JONG et CHRISTOPHE.. *Valeur discutable du traitement iodé
dans la tuberculose chronique de
l'adulte. (Presse Médicale, 8 avril
1925.)*
- DESMOIRES *De la teneur en iode des algues de
Bretagne.*
- EGZENBERGER *L'iode aliment. (Revue Médicale,
1924.)*
- GAUTHIER *L'iode dans les végétaux et dans les
algues. (C. R. Ac. des Sc., 1899.)*
- GLOESS *Les plantes marines : leur utilisation.*
- LAPIQUE *Les algues marines et leur utilisation
rationnelle. (Bull. Off. de la Dir.
des Rech. Sc. et Inv. Comité Tech-
nique de Biologie, n° 2, déc. 1919 ;
n° 4, fév. 1920 ; n° 8, juillet 1921 ;
n° 12, oct. 1920.)*
- CHAUVEAU *Les algues marines en thérapeutique.*
(Thèse de Paris, 1924.)
- PIED-LATAUDRIE *Contribution à l'étude des sterols des
algues marines. L'algosterine. (Th.
Paris 1929.)*
- OMESNEVILLE *L'exploitation industrielle des plan-
tes marines. (Moniteur Sc., mai,
août, oct. 1916.)*

- QUINTON *L'eau de mer milieu organique*, 1904.
- SAUVAGEAU *Utilisation des algues marines*. Doin, édit., Paris 1920.
- WUITNER *Les algues marines des côtes de France*, 1921.
- GENNES *Le traitement du rachitisme par les aliments irradiés*. (*Presse médic.*, 8 sept. 1925, p. 1210.)
- HESS *Valeur antirachitique de la cholestérine et du phytostérol irradiés. Facteurs agissant sur leur activité biologique*.
- LESNÉ et DE GENNES *Les causes et le traitement du rachitisme*. (*Sem. des Hôp. de Paris*, n° 8, 20 févr. 1925.)
-

